

**MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC STORAGE
DEVICE USING THE SAME**

Patent Number: JP11306532
Publication date: 1999-11-05
Inventor(s): KANBE TETSUYA; KIRINO FUMIYOSHI; TAMAI ICHIRO; TAKAHASHI YOSHIO;
HOSOE YUZURU; TANAHASHI KIWAMU; MATSUNUMA SATORU; KOISO
YOSHITSUGU
Applicant(s):: HITACHI LTD
Requested Patent: ☒ JP11306532
Application Number: JP19980106031 19980416
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B5/66 ; G11B5/39
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic storage device which allows recording and reproducing of high-density information and has high reliability.

SOLUTION: This magnetic storage device has the magnetic recording medium, a drive section for driving this medium in a recording direction, a magnetic head consisting of a recording part and a reproducing part, a means for moving this magnetic head relative to the magnetic recording medium and a recording and reproducing signal processing means for executing the signal input to the magnetic head and the reproduction of the output signal from the magnetic head. In such a case, the reproducing part of the magnetic head comprises a magneto-resistive magnetic head and the magnetic recording medium comprises a magnetic layer 23 formed via a single layer or plural ground surface layers 21, 22. At least one layer of these ground surface layers 21, 22 is formed of the layer consisting of an amorphous or microcrystalline material which consists essentially of Ni and contains at least one element of Nb and Ta.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

W0139-01

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-306532

(43)公開日 平成11年(1999)11月5日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 1 1 B 5/66
5/39

G 1 1 B 5/66
5/39

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-106031

(22)出願日 平成10年(1998)4月16日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 神邊 哲也

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 桐野 文良

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 玉井 一郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

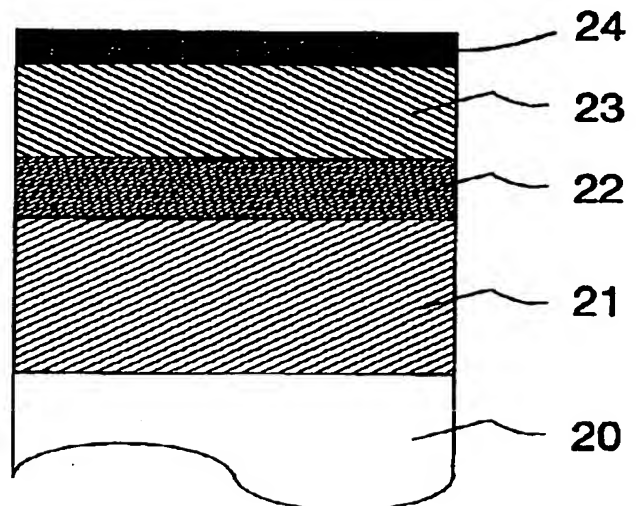
(54)【発明の名称】 磁気記録媒体及びそれを用いた磁気記憶装置

(57)【要約】

【課題】 高密度な情報の記録再生が可能で信頼性の高い磁気記憶装置を提供する。

【解決手段】 磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成し、かつ、前記磁気記録媒体が基板上に単層、または複数の下地層を介して形成された磁性層から構成され、該下地層の少なくとも一層がNiを主成分とし、かつNb、Taのうち少なくとも一種の元素を含有する非晶質、或いは微結晶材料からなる層とする。

図 4



【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に単層または複数の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体において、該下地層の少なくとも一層がNiを主成分とし、かつNb、Taのうち少なくとも一種の元素を含有する非晶質、或いは微結晶材料から成ることを特徴とする磁気記録媒体。

【請求項2】上記Niを主成分とする非晶質、或いは微結晶材料が更に Al_2O_3 、 SiO_2 、 Ta_2O_5 、 TiO_2 および ZrO_2 から選ばれる少なくとも1種の酸化物を含有することを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体。

【請求項3】上記Niを主成分とする下地層の平均結晶粒径が8nm以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の磁気記録媒体。

【請求項4】上記Niを主成分とする下地層と磁性層の間に実質的に体心立方格子構造を有する下地層が形成されており、かつ、前記磁性層が実質的に最密六方格子構造を有するCoを主成分とする合金であることを特徴とする請求項1から3までのいずれかに記載の磁気記録媒体。

【請求項5】磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において、前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成され、かつ、前記磁気記録媒体が請求項1、2、3もしくは4に記載の磁気記録媒体で構成されることを特徴とする磁気記憶装置。

【請求項6】前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部が、互いに0.30 μm 以下の距離だけ隔てられた軟磁性体からなる2枚のシールド層の間に形成されており、かつ、前記磁性膜の厚さ t と、記録時における該磁気記録媒体に対する上記磁気ヘッドの相対的な走行方向に磁界を印加して測定した残留磁束密度 B_r の積 $B_r \times t$ が40ガウス・ミクロン以上、120ガウス・ミクロン以下であり、さらに、上記の磁界印加方向と同じ方向に磁界を印加して測定した前記磁気記録媒体の保磁力が2400エルステッド以上であることを特徴とする請求項5に記載の磁気記憶装置。

【請求項7】前記磁気抵抗効果型磁気ヘッドが、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化することによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性磁性層と、該導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵抗センサによって構成されていることを特徴とする請求項5または6に記載の磁気記憶装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気記憶装置、具体的には1平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度を有する磁気記憶装置と、これを実現するための低ノイズで、かつ熱磁気緩和による再生出力の減衰が抑制された

高い安定性を有する磁気記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気記憶装置の急速な記録密度の向上に伴い、高感度な磁気ヘッドと高保磁力、かつ低ノイズな磁気記録媒体が求められている。磁気ヘッドには現在、主として磁気抵抗効果型ヘッド（MRヘッド）が用いられているが、これよりも更に2～3倍高感度な巨大磁気抵抗効果型ヘッド（GMRヘッド）の開発も急速に進んでいる。

【0003】また、ノート型パソコンの普及に伴い、従来のNiPメッキされたAl-Mg合金基板（以後、Al基板と記す）媒体に代わり、携帯使用に耐えうる高い耐衝撃性を有するガラス基板媒体の開発が急速に進んでいる。しかし、ガラス基板媒体では密着性不良、基板から膜中への不純物ガスの侵入、配向性劣化、粒径肥大化等により、Al基板媒体に比べて磁気特性が劣化する傾向にある。これらに対する改善策として、基板と下地層間に新たに中間膜、シード層、バリア層等と呼ばれる新たな層を形成することが試みられている。例えば特願昭62-293511号、特願昭62-293512号にはTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、W、Mnのうち少なくとも一種の元素を含む金属の酸化物からなる中間膜を形成することにより密着性が向上し、良好なCSS特性が得られることが示されている。また、特開平4-153910号にはYとTi、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo、Wの一種からなる非晶質、または微結晶膜を形成することにより、粒径が微細化されノイズが低減することが示されている。特開平5-135343号には、ガラス基板上に希土類元素と、Ta、Y、Nb、Hfから選択される一種の元素を含む酸素隔離層を形成することにより、保磁力が向上することが示されている。更に基板上に非晶質状のCr合金またはV合金を形成すると、その上に形成されたCr下地層が(211)配向するため、エピタキシャル成長によりCo合金磁性層が磁化容易軸を膜面内へ向けた(10.0)配向をとり、高い保磁力が得られることが特開平7-73441号に示されている。尚、これらの粒径制御、不純物侵入防止等を目的として基板上に直接形成された層を、本明細書では以後、全て第一の下地層と記し、エピタキシャル成長による磁性層の配向制御等を目的としたCr合金等からなるbcc構造の下地層を第二の下地層と記す。

【0004】また、媒体ノイズ低下には磁性粒径の微細化、粒子間の交換相互作用低減が必要となるが、微細化された磁性結晶は熱擾乱の影響を強く受けるため、時間とともに記録磁化が減衰する現象が起こる。これは熱磁気緩和と呼ばれ、記録密度の向上にともない顕著となる現象である。よって、高記録密度を実現するには、この熱磁気緩和の抑制と低ノイズ化を両立させる必要がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は磁性層

の結晶配向、平均粒径、及び粒径分散を適切に制御することにより、低ノイズであり、かつ熱磁気緩和に対して十分な安定性を有する磁気記録媒体を提供し、更にこの磁気記録媒体と高感度な磁気ヘッドを組み合わせることにより1平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的は基板上に単層、または多層の下地層を介して形成された磁性層を有する磁気記録媒体において、該下地層の少なくとも一層がNiを主成分とし、かつNb、Taのうち少なくとも一種の元素を含有する非晶質、或いは微結晶材料から成ることを特徴とする磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部から成る磁気ヘッドと、上記磁気ヘッドを上記磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、上記磁気ヘッドへの信号入力と該磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記憶装置において前記磁気ヘッドの再生部が磁気抵抗効果型磁気ヘッドで構成される磁気記憶装置により達成される。

【0007】ここで、非晶質とはX線回折による明瞭なピークが観察されないこと、または、電子線回折による明瞭な回折スポット、回折リングが観察されず、ハロー状の回折リングが観察されることを言う。また、微結晶とは、結晶粒径が磁性層の結晶粒径より小さく、好ましくは平均粒径が8nm以下の結晶粒から成ることを言う。Nb添加量は20～70at%、Ta添加量は30～60at%の範囲内がそれぞれ望ましい。前記組成範囲外では該下地合金の結晶化、或いは結晶粒の肥大化が起こるため好ましくない。第一の下地層として上記の非晶質、または微結晶構造の合金を用いることにより、磁性層の結晶粒を微細化、均一化することができ低ノイズかつ、熱磁気緩和による再生出力の減衰が抑制された媒体が得られる。ここで、第一の下地層とは前述の様に粒径制御、不純物侵入防止等を目的として基板上に直接形成された層の総称である。上記第一の下地層合金に更に Al_2O_3 、 SiO_2 、 TiO_2 、 ZrO_2 および Ta_2O_5 から選ばれる少なくとも1種の酸化物を添加すると磁性層の結晶粒がより微細かつ均一になり、更に低ノイズな媒体が得られる。これは添加された酸化物の相が、母相のNi合金中に均一に析出するため、これらが核生成サイトとなり微細かつ均一な結晶粒がその上に形成されていくためである。また、前記第一の下地層上に形成したCr、またはCrを主成分とする体心立方構造(bcc構造)の第二の下地層は(100)配向をとる。よって、その上に形成された六方稠密構造(hcp構造)の磁性層はエピタキシャル成長により磁化容易軸であるc軸をほぼ膜面内に向けた(11.0)配向をとる。このため、高い保磁力と保磁力角型比 S^* が得られ、1平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度が達成できる。本発明の上記第一の下地層は、更にガラス基板との密着性が良

いという特徴があり、特に、密着性を向上するための層を設ける必要はない。しかし、媒体の表面に凹凸形状を形成し、CSS特性を向上させるための連続膜、または島状成長した不連続膜を基板と第一の下地層の間に形成することも出来る。また、基板として、Ni-PをメッキしたAl合金基板や、非晶質状のカーボン基板を用いた場合にも、ガラス基板を用いた場合と同様、磁性層の結晶粒の微細化、均一化が確認され、媒体ノイズの低減、熱磁気緩和の抑制効果が確認された。

【0008】第一の下地層上に形成され、エピタキシャル成長による磁性層の配向制御等を目的とした第二の下地層にはCr、またはCrを主成分としTi、V、Moなどを含有するbcc構造の合金を用いることができる。また、bcc構造を持つ2つ以上の層で構成することもできる。

【0009】磁性層には、hcp構造のCoを主成分とする合金を用いることが出来るが、高い保磁力を得るためには、Ptを含むCo合金を用いることが特に好ましい。また、SmCo、FeSmN等の高い結晶磁気異方性を有する希土類元素を含む磁性合金を用いることも出来る。更に、磁性層を単層、或いは非磁性中間層を介した複数の層で構成することも出来るが、この場合、請求項6の $Br \times t$ における磁性層の厚さ t は各磁性層の厚さの合計を表すものとする。磁性層の磁気的な特性としては、記録方向に磁界を印加して測定した保磁力を2キロエルステッド以上とし、残留磁束密度 Br と膜厚 t の積 $Br \times t$ を40 Gauss・ミクロン以上、120 Gauss・ミクロン以下とすると、1平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度領域において、良好な記録再生特性が得られるので好ましい。保磁力が2400エルステッドよりも小さくなると、高記録密度(200kFCI以上)での出力が小さくなり好ましくない。また、 $Br \times t$ が120 Gauss・ミクロンより大きくなると分解能が低下し、40 Gauss・ミクロンよりも小さくなると再生出力が小さくなり好ましくない。

【0010】更に、磁性層の保護層としてカーボンを厚さ5nm～30nm形成し、さらに吸着性のパーフルオロアルキルポリエーテル等の潤滑層を厚さ2nm～20nm設けることにより信頼性が高く、高密度記録が可能な磁気記録媒体が得られる。また、保護層として水素、または窒素を添加したカーボン膜、或いは、炭化シリコン、炭化タングステン、(W-Mo)-C、(Zr-Nb)-N等の化合物から成る膜、或いは、これらの化合物とカーボンの混合膜を用いると耐摺動性、耐食性を向上出来るので好ましい。

【0011】また、本発明の磁気記録装置で用いている磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部を挟む2枚のシールド層の間隔(シールド間隔)は0.30 μm 以下が好ましい。これは、シールド間隔が0.30 μm 以上になると分解能が低下し、信号の位相ジッターが大きくなってしまふためである。更に、磁気抵抗効果型磁気ヘッドを、互いの磁化方向が外部磁界によって相対的に変化するることによって大きな抵抗変化を生じる複数の導電性

性層と、その導電性磁性層の間に配置された導電性非磁性層を含む磁気抵抗センサによって構成し、巨大磁気抵抗効果、或いはスピン・バルブ効果を利用したものとすることにより、信号強度をさらに高めることができ、1平方インチ当たり5ギガビット以上の記録密度を持った信頼性の高い磁気記憶装置の実現が可能となる。

[0 0 1 2]

【発明の実施の形態】＜実施例 1＞本発明の実施例を図 1、図 2、図 3 を用いて説明する。本実施例の磁気記憶装置の平面模式図、断面模式図を図 1 (a)、及び図 1 (b) に示す。この装置は磁気ヘッド 1、及びその駆動部 2 と、該磁気ヘッドの記録再生信号処理手段 3 と磁気記録媒体 4 とこれを回転させる駆動部 5 とからなる周知の構造を持つ磁気記憶装置である。

【0013】上記磁気ヘッドの構造を図2に示す。この磁気ヘッドは基体6上に形成された記録用の電磁誘導型磁気ヘッドと再生用の磁気抵抗効果型磁気ヘッドを併せ持つ複合型ヘッドである。前記記録用ヘッドはコイル7を挟む上部記録磁極8と下部記録磁極兼上部シールド層9からなり、記録磁極間のギャップ層厚は $0.3\mu\text{m}$ とした。また、コイルには厚さ $3\mu\text{m}$ のCuを用いた。前記再生用ヘッドは磁気抵抗センサ10とその両端の電極ボタン11からなり、磁気抵抗センサは共に $1\mu\text{m}$ 厚の下部記録磁極兼上部シールド層と下部シールド層12で挟まれ、該シールド層間距離は $0.25\mu\text{m}$ である。尚、図2では記録磁極間のギャップ層、及びシールド層と磁気抵抗センサとのギャップ層は省略してある。

【0014】図3に磁気抵抗センサの断面構造を示す。磁気センサの信号検出領域13は、酸化Alのギャップ層14上に横バイアス層15、分離層16、磁気抵抗強磁性層17が順次形成された部分からなる。磁気抵抗強磁性層には、20nmのNiFe合金を用いた。横バイアス層には25nmのNiFeNbを用いたが、NiFeRh等の比較的電気抵抗が高く、軟磁気特性の良好な強磁性合金であれば良い。横バイアス層は磁気抵抗強磁性層を流れるセンス電流がつくる磁界によって、該電流と垂直な膜面内方向（横方向）に磁化され、磁気抵抗強磁性層に横方向のバイアス磁界を印加する。これによって、媒体からの漏洩磁界に対して線形な再生出力を示す磁気センサが得られる。磁気抵抗強磁性層からのセンス電流の分流を防ぐ分離層には、比較的電気抵抗が高いTaを用い、膜厚は5nmとした。信号検出領域の両端にはテーパー形状に加工されたテーパー部18がある。テーパー部は、磁気抵抗強磁性層を単磁区化するための永久磁石層19と、その上に形成された信号を取り出すための一対の電極11からなる。永久磁石層は保磁力が大きく、磁化方向が容易に変化しないことが必要であり、CoCr、CoCrPt合金等が用いられる。

【0015】図4に本実施例で用いた磁気記録媒体の層構成を示す。基板20には化学強化されたソーダライムガラスを用い、第一の下地層21に膜厚50nmのNi-35at%Ta、

第二の下地層22に10nmのCr-15at%Ti、磁性層23に22nmのCo-20at%Cr-10at%Pt合金を用いた。また、保護膜24としてカーボン膜を10nm形成し、記録再生特性を評価する媒体については吸着性のパーフルオロアルキルポリエーテル等の潤滑層を2nm~20nm設けた。媒体の製造方法は以下の通りである。まず、アルカリ洗浄済の基板をランプヒータにより300℃まで加熱し、第一の下地層を形成した後、これを再度200℃となるまで加熱した。そしてその上に第二の下地層、磁性層、保護膜と順次成膜した。第一の下地層から保護膜までの成膜は真空中で連続的にを行い、成膜は全てDCスパッタにより10mTorrのArガス雰囲気中で行った。

【0016】第一の下地層の膜構造について検討するため、まず基板上に上記製造方法でNi-35at%Ta合金のみを50nm形成した。この単層膜のX線回折プロファイルを図5に示す。 $2\theta=41.5^\circ$ 付近にハロー状のブロードなピークがみられるのみで明瞭な回折ピークはない。このことは前記Ni-30at%Ta合金が非晶質、または微結晶構造であることを示している。また、該単層膜について電子顕微鏡観察を行ったところ、極めて微細な結晶粒がみられたが、何れの粒径も4nm以下であった。つぎに上記製造方法でカーボン保護膜まで成膜した媒体のX線回折プロファイルを図6に示す。尚、同図には比較例として形成した第一の下地層にCrを用いた媒体のX線回折プロファイルも示してある。実施例媒体では第二の下地層からの(200)回折ピークと磁性層からの(11.0)回折ピークのみが見られる。これより、第二の下地層は(100)面を基板と平行に向けた配向をとっており、磁性層はエピタキシャル成長により、磁化容易軸であるc軸を膜面内に向けた(11.0)配向をとっていることがわかる。これに対し、比較例媒体では磁性層からは(10.0)回折ピークの他に(00.2)や(10.1)回折ピークがみられ、c軸が膜面内から起き上がった成分が存在していることがわかる。次に電子顕微鏡観察により磁性層の平均粒径、及び粒径分散を以下の方法で求めた。まず、媒体を数十ミクロンまで研磨した後、イオンシニングにより磁性層の膜厚を10nm程度にする。次に透過型電子顕微鏡の高分解能モードで格子像観察を行い、印画紙上に焼き付けた200万倍程度の格子像を得る。この格子像をスキャナに取り込み、パソコン画面上に格子像を表示し、格子縞が変化(交差)する部分を粒界として粒界に沿って線を引き、結晶粒界網を作製する。このようにして得られた結晶粒界網の一例を図7に示す。市販の粒子解析ソフトを用い、この粒界網で囲まれた各結晶粒の面積を求め、これと同一面積の真円の直径を各結晶粒の粒径とした。100~300個の結晶粒について上記手法により結晶粒径を算出した。図8(a)に本実施例媒体の粒径頻度のヒストグラムを、図8(b)に結晶粒径と結晶粒径がそれ以下の結晶粒の面積を観察した全結晶粒の面積で規格化した値(以後、積算面積比率と記す)の関係を表わす曲線(以後、積算面積比率曲線と記す)を示す。

す)を示す。この積算面積比率曲線において積算面積比率が0.5となる結晶粒径を平均粒径と定義し、積算面積比率が0.75となる結晶粒径と積算面積比率が0.25となる結晶粒径の差を粒径分散と定義した。本実施例媒体の平均粒径、及び粒径分散はそれぞれ13.8nm、5.4nmであった。これに対し、比較例媒体では平均粒径、及び粒径分散はそれぞれ17.1nm、7.8nmであり、第一の下地層にNi-

Ta合金を使用した本実施例媒体では平均粒径が20%程度低減されており、また粒径分散も低減されていることがわかる。表1に両媒体の磁気特性と規格化媒体ノイズを示す。

【0017】

【表1】

表 1

	第一の下地層	Hc (Oe)	S*	規格化媒体ノイズ ($\mu\text{Vrms} \cdot \mu\text{m}^2 / \mu\text{Vpp}$)
実施例	Ni-35at%Ta	2570	0.76	0.0168
比較例	Cr	2210	0.71	0.0221

【0018】ここで、規格化媒体ノイズは線記録密度260kFCIの条件で測定した媒体ノイズを孤立再生波出力とトラック幅の平方根で規格化した値と定義した値であり、以後、媒体ノイズはこの値で以って評価する。本実施例媒体が保磁力、S*共に大きく、規格化媒体ノイズは低い。

【0019】以上より、第一の下地層にNi-35at%Ta合金を用いることにより、磁性層の結晶粒が(11.0)配向すると同時に微細・均一化され、高Hc、高S*、低ノイズな媒体が得られることが明らかになった。この媒体を上述の磁気記憶装置に組み込み、一平方インチ当たり4ギガビットの条件で記録再生特性を評価したところ、1.8という高い装置S/Nが得られた。また、CSS試験（コンタクト・スタート・ストップ試験）を行ったところ、3万回のCSSを行っても摩擦係数は0.3以下であった。更に媒体の内周から外周までのヘッドシーク試験5万回後のビットエラー数は10ビット/面以下であり、平均故障間隔で30万時間以上が達成出来た。

【0020】＜実施例2＞実施例1と同様な膜構成の媒体において、第一の下地層に30nmのNi-Ta合金、またはNi-Nb合金を使用し、第二の下地層に30nmのCr-20at%Mo合金、磁性層に18nmのCo-18at%Cr-8at%Pt-2at%Ta合金を使用した。第一の下地層中のTa、Nb濃度と保磁力、及び実施例1で定義した規格化媒体ノイズの関係をそれぞれ図9、図10に示す。

【0021】第一の下地層にNi-Ta合金を用いた媒体ではTa濃度が30～60at%で2400エルステッド以上の高い保磁力と0.018以下の低い規格化媒体ノイズが得られている。X線回折測定の結果、この組成内ではNi-Ta合金は非晶質、またはそれに近い微結晶構造であり、磁性層は強い(11.0)配向を示していた。Ta濃度が30at%以下、または60at%以上ではNi-Ta合金は結晶化しており、磁性層の配向は(11.0)の他に(10.1)や(00.2)配向した結晶粒の混合相となった。上記組成範囲内ではNi-Ta合金の飽和磁束密度は100G以下と低く、実用上特に問題とはならな

い。また、より低ノイズな媒体を得るには、Ta濃度は35～55at%が特に好ましい。

【0022】第一の下地層にNi-Nb合金を用いた媒体ではNb濃度が20～70at%で2400エルステッド以上の高い保磁力と0.018以下の低い規格化媒体ノイズが得られている。X線回折測定の結果、この組成内ではNi-Nb合金はNi-Ta合金と同様、非晶質、またはそれに近い微結晶構造であった。飽和磁束密度についても100G以下と実用上問題とならない値であった。また、特にNb濃度が30～60at%の媒体では、磁性層の(11.0)ピーク強度はNi-Ta合金を用いた媒体より3～5割程度強く、保磁力も200～300エルステッド程度大きい。よって、特に高保磁力な媒体を得るにはNb濃度を30～60at%とするのが望ましい。Nb濃度が20at%以下、または70at%以上ではNi-Nb合金は結晶化しており、磁性層からの回折ピークも(11.0)ピークの他に(10.1)や(00.2)ピークが出現した。

【0023】＜実施例3＞実施例1と同様な膜構成の媒体において、第一の下地層に30nmのNi-40at%Nb合金、第二の下地層に20nmのCr-20at%V合金、磁性層に14nmのCo-22at%Cr-6at%Pt合金を使用した。また、比較例として第一の下地層にV-20at%Ta合金を用いた媒体を形成した。

【0024】ガラス基板上に第一の下地層のみを形成した単層膜についてX線回折測定を行ったところ、Ni-Ta合金膜、V-Ta合金膜共にハロー状のピークしかみられず、何れも非晶質、または微結晶構造であることがわかった。また、カーボン保護膜まで形成した媒体についてX線回折測定を行ったところ、実施例媒体の第二の下地層、磁性層からはそれぞれ強いbcc(200)ピークとhcp(11.0)ピークがみられた。しかし、比較例媒体の第二の下地層、磁性層からはそれぞれ強いbcc(211)ピークとhcp(10.0)ピークがみられた。実施例1で述べた手法で求めた両者の磁性層の平均粒径、粒径分散、及び規格化媒体ノイズを表2に示す。

【0025】

【表2】

表 2

	第一の下地層	$\langle d \rangle$ (nm)	Δd (nm)	規格化媒体ノイズ ($\mu\text{Vrms} \cdot \mu\text{m}^{1/2} / \mu\text{Vpp}$)
実施例	Ni-40at%Nb	14.9	5.4	0.0171
比較例	V-20at%Ta	18.3	7.1	0.0188

【0026】平均粒径は実施例媒体が小さい。実施例媒体の格子像には隣接した結晶の格子縞が直行している部分が幾つか見られた。これは(100)配向した1つの第二の下地結晶粒上に、(11.0)配向した複数の磁性結晶粒がc軸を直行させてエピタキシャル成長したバイクリスタル構造をとっていること示している。これに対し、比較例媒体ではこのようなバイクリスタル構造はみられなかった。これは比較例媒体の第二の下地結晶表面は2回対称な(211)面であるため、(10.0)配向した磁性結晶粒は全てc軸を同じ方向に揃えてしか成長できないためである。よって、実施例媒体が低ノイズであるのは、バイクリスタル構造により磁性結晶粒が下地結晶粒より更に微細化されるためと考えられる。

【0027】本実施例媒体と再生用磁気ヘッドに図11に示すセンサを用いた複合型ヘッドを実施例1で述べた磁気記憶装置に組み込んだ。このセンサはギャップ層14上に、5nmのTaバッファ層26、7nmの第一の磁性層27、1.5nmのCu中間層28、3nmの第二の磁性層29、10nmのFe-50at%Mn反強磁性合金層30が順次形成された構造である。前記第一の磁性層にはNi-20at%Fe合金を使用し、第二の磁性層にはCoを使用した。反強磁性層からの交換磁界により、第二の磁性層の磁化は一方向に固定されている。これに対し、第二の磁性層と非磁性層を介して接する第一の磁性層の磁化の方向は、磁気記録媒体からの漏洩磁界により変化するため、抵抗変化が生じる。このような二つの磁性層の磁化の相対的方向の変化に伴う抵抗変化はスピナル効果と呼ばれるが、本実施例では再生用ヘッドにこの効果を利用したスピナル型磁気ヘッドを使用した。テーパー部は実施例1の磁気センサと同一構成である。一平方インチ当たり5ギガビットの条件で記録再生特性を評価したところ、2.0という高い装置S/Nが得られた。

【0028】＜実施例4＞NiPメッキしたAl-Mg合金基板（以後、Al基板と記す）を280℃に加熱した後、第一の

下地層として30nmのNi-50at%Nb合金、第二の下地層として10nmのCr-20at%V合金、磁性層として14nmのCo-22at%Cr-6at%Pt合金、保護膜に水素を添加したカーボン膜を10nm形成した。第一の下地層の成膜はArに窒素を3%添加した混合ガス雰囲気中に行い、保護膜の成膜にはArに20%の水素を添加した混合ガスを用いた。それ以外の層は全て純Ar雰囲気中で行った。また、磁性層形成時にのみ基板に-300VのDCバイアスを印加した。比較例として第一の下地層にMo-12at%Y合金を用いた媒体を上記と同様の条件で形成した。第一の下地層のみを上記と同一条件で成膜し、TEM観察を行ったところ、Ni-Nb合金、Mo-Y合金共に粒径5nm以下の微結晶構造であった。

【0029】また、熱磁気緩和特性について検討するため、再生出力の経時変化の測定を行った。図12に線記録密度260kFCIで記録した信号の再生出力E1を記録直後の再生出力E0で規格化した値の経時変化を示す。本実施例媒体では96時間後の再生出力の減衰率(E96h-E0)/E0は2%以内であるが、比較例媒体では15%程度低下している。TEM観察より求めた本実施例媒体の粒径分散は、比較例媒体に比べ2割程度低かった。よって、実施例媒体で再生出力の減衰が抑制されているのは、粒径均一化により極微細磁性結晶粒が排除されたためと考えられる。本実施例媒体と実施例3で述べたスピナル型磁気ヘッドを実施例1で述べた磁気記憶装置に組み込み、一平方インチ当たり5ギガビットの条件で記録再生特性を評価したところ、2.1という高い装置S/Nが得られた。また、CSS試験を行ったところ、3万回のCSSを行っても摩擦係数は0.2以下であった。

【0030】＜実施例5＞実施例1と同様な膜構成の媒体において、第一の下地層に表3に示す4種類の酸化物を添加した材料を30nm成膜した。

【0031】

【表3】

表 3

第一の下地層	Hc (Oe)	S*	規格化媒体ノイズ ($\mu\text{Vrms} \cdot \mu\text{m}^{1/2} / \mu\text{Vpp}$)	再生出力減衰率 (%)
(Ni-40at%Ta)-8mol%Al ₂ O ₃	2540	0.74	0.0147	1.3
(Ni-40at%Ta)-12mol%SiO ₂	2880	0.71	0.0148	1.4
(Ni-40at%Ta)-8mol%Ta ₂ O ₅	2480	0.87	0.0144	1.8
(Ni-40at%Ta)-20mol%TiO ₂	2570	0.73	0.0145	0.6
(Ni-40at%Ta)-16mol%ZrO ₂	2510	0.66	0.0137	1.7

【0032】成膜は10mTorrのArガス雰囲気中で、RFスパッタにより行い、基板には結晶化ガラス基板を用いた。第二の下地層に50nmのCr-20at%Ti合金を用い、磁性層は2nmのCr層を挟んだ二層構造のCo-20at%Cr-7at%Pt-2

at%Ta合金を使用し、膜厚は共に9nmとした。第二の下地層以後は全てDCスパッタにより5mTorrの純Ar雰囲気中で行った。基板加熱はランプヒータにより、第一の下地層形成後にのみ220℃となるよう行った。

【0033】TEM観察の結果、上記第一の下地層は何れも非晶質、または平均粒径4nm以下の微結晶構造であった。表3に示したように何れの媒体も、2400エルステッド以上の高い保磁力と0.015以下の低い規格化媒体ノイズを示し、一平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度を達成するのに十分であることがわかった。特に第一の下地層にAl₂O₃を添加した媒体では極めて良好なCSS特性が得られた。また、SiO₂を添加した媒体では保磁力が高く、ZrO₂を添加した媒体では低ノイズとなっている。Ta₂O₅を添加した媒体ではS*が大きかったが、X線回折測定の結果、該媒体の磁性層のhcp(11.0)回折ピークは他の媒体より3~5割程度高かった。よって、S*が大きいのは磁化容易軸であるc軸が強く膜面内に向いているためと考えられる。更に表3には実施例4で述べた96時間後の再生出力の減衰率も示してあるが、第一の下地層にTiO₂を添加した媒体が特に低い。

【0034】また、第一の下地層として酸素を添加しない(Ni-40at%Nb)-16at%Al、(Ni-40at%Nb)-10at%Si、(Ni-40at%Nb)-16at%Ta、(Ni-40at%Nb)-20at%Ti、(Ni-40at%Nb)-12at%Zrを、Arに酸素を10%添加した混合ガス雰囲気中で成膜した媒体を形成した。尚、該下地層はガス圧20mTorrでDCスパッタリングにより行った。これらの媒体も上記媒体と同様、2400エルステッド以上の高い保磁力と0.015以下の低い規格化媒体ノイズを示し、一平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度を達成するのに十分であることがわかった。

【0035】

【発明の効果】本発明の磁気記録媒体は、媒体ノイズの低減、及び熱磁気緩和による再生出力減衰に対する抑制効果を持つ。本発明の磁気記録媒体を磁気抵抗効果型ヘッドと組み合わせて用いることにより、一平方インチ当たり4ギガビット以上の記録密度を有し、かつ平均故障回数が30万時間以上の磁気記憶装置の実現が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)および(b)は、それぞれ、本発明の一実施例の磁気記憶装置の平面模式図およびそのA-A'断面図である。

【図2】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの

断面構造の一例を示す斜視図である。

【図3】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部の断面構造の一例を示す模式図である。

【図4】本発明の一実施例の磁気記録媒体の断面構造の一例を示す模式図である。

【図5】本発明の一実施例に用いた第一の下地層単層のX線回折プロファイルを表わす図である。

【図6】本発明の一実施例、及び比較例の磁気記録媒体のX線回折プロファイルを表わす図である。

【図7】本発明の一実施例の磁気記録媒体の透過電子顕微鏡観察により得た結晶粒界網を表わす図である。

【図8】(a)及び(b)は、本発明の一実施例の磁気記録媒体における磁性結晶粒の面積比率分布、及びその加積曲線を示す図である。

【図9】本発明の一実施例媒体の第一の下地層中のTa濃度と保磁力、及び規格化媒体ノイズの関係を示す図である。

【図10】本発明の一実施例媒体の第一の下地層中のNb濃度と保磁力、及び規格化媒体ノイズの関係を示す図である。

【図11】本発明の磁気記憶装置における、磁気ヘッドの磁気抵抗センサ部の断面構造の一例を示す模式図である。

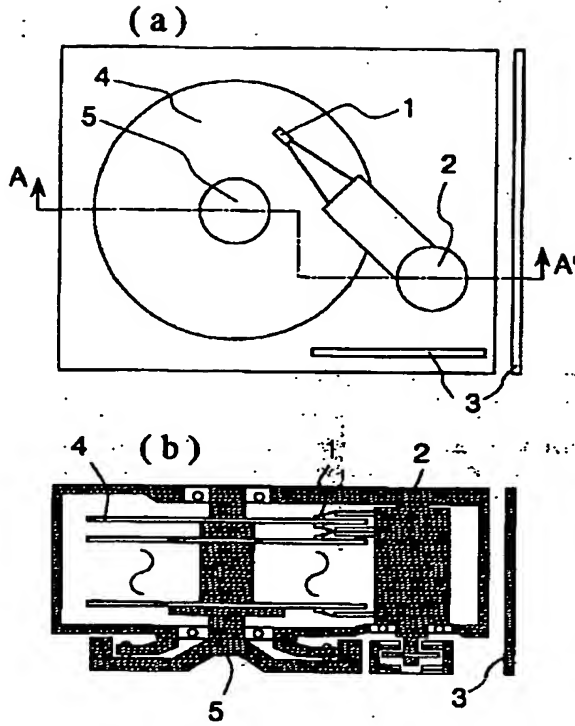
【図12】本発明の一実施例媒体の再生出力の経時変化を示す図である。

【符号の説明】

1...磁気ヘッド、2...磁気ヘッド駆動部、3...記録再生信号処理系、4...磁気記録媒体、5...磁気記録媒体駆動部、6...基体、7...コイル、8...上部記録磁極、9...下部記録磁極兼上部シールド層、10...磁気抵抗センサ、11...導体層、12...下部シールド層、13...信号検出領域、14...シールド層と磁気抵抗センサの間のギャップ層、15...横バイアス層、16...分離層、17...磁気抵抗強磁性層、18...テーパー部、19...永久磁石層、20...基板、21...第一の下地層、22...第二の下地層、23...磁性層、24...保護膜、25...パツファ層、26...第一の磁性層、27...中間層、28...第二の磁性層、29...反強磁性層。

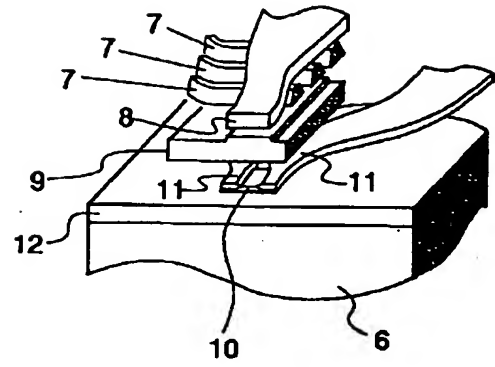
【図1】

図 1



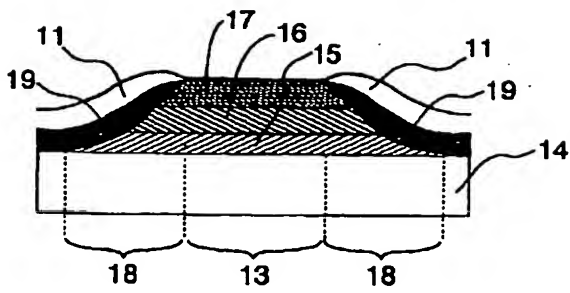
【図2】

図 2



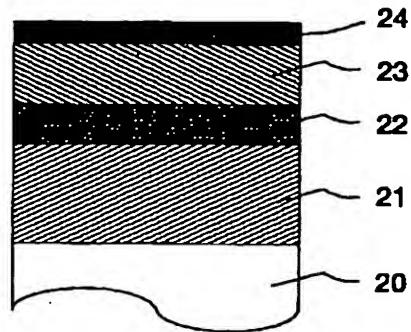
【図3】

図 3

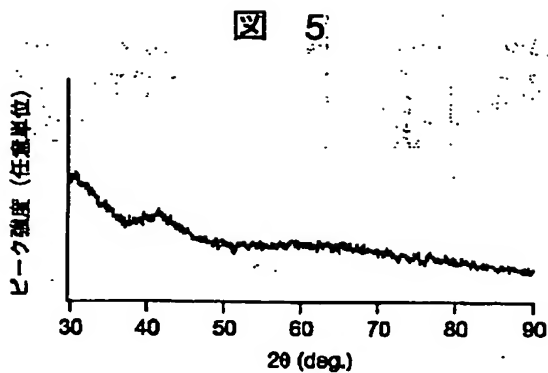


【図4】

図 4

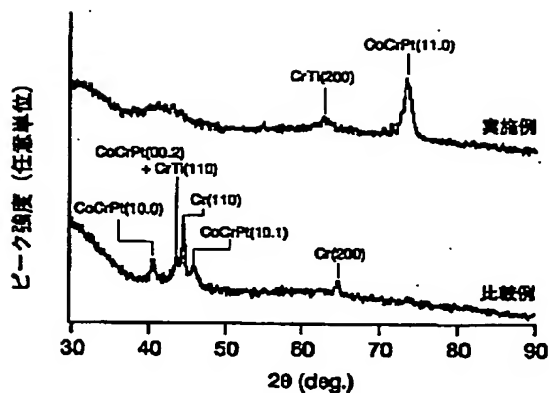


【図5】



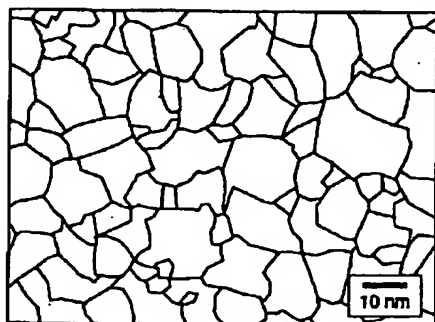
【図6】

図 6



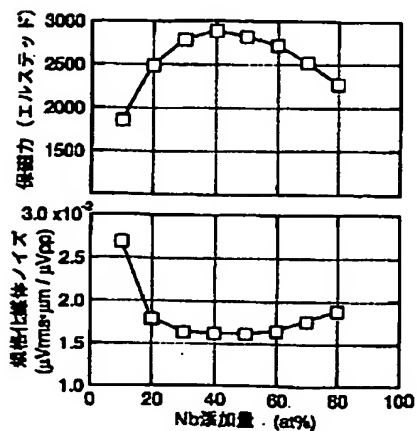
【図7】

図 7



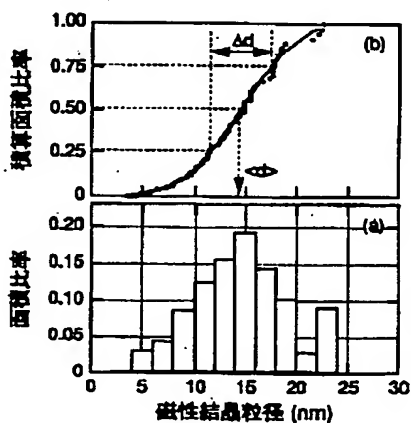
【図10】

図 10



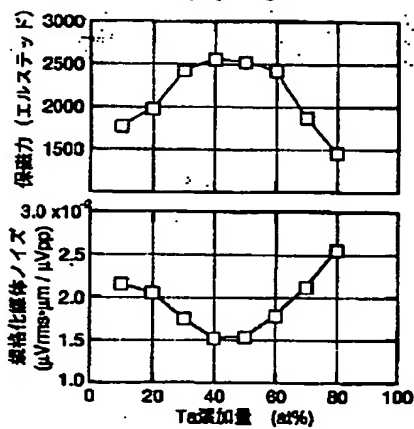
【図8】

図 8



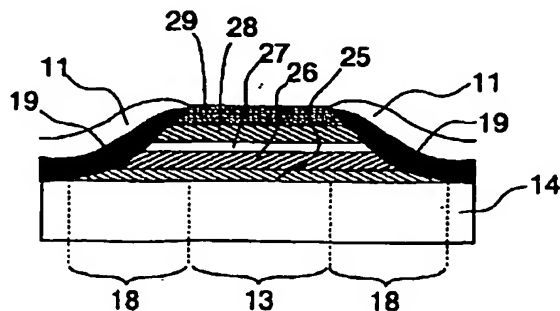
【図9】

図 9



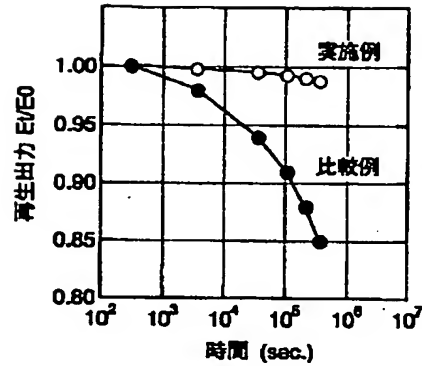
【図11】

図 11



【図 1 2】

図 12



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 由夫
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 細江 譲
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 棚橋 究
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 松沼 悟
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内
(72)発明者 小磯 良嗣
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
株式会社日立製作所中央研究所内